

G. Mandret^{1*}A. Ourry¹G. Roberge¹

L'intérêt du *Panicum maximum* pour l'intensification fourragère au Sénégal.

I. L'association maraîchage-élevage

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). L'intérêt du *Panicum maximum* pour l'intensification fourragère au Sénégal. I. L'association maraîchage-élevage. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) :

L'intensification fourragère au Sénégal est envisagée, en association avec le maraîchage, où la graminée tropicale *Panicum maximum* permet une éradication des nématodes, un accroissement de la matière organique dans le sol et la constitution de réserves fourragères pour les éleveurs urbains de moutons. L'exploitation intensive de *Panicum maximum* est étudiée en fonction des variations climatiques saisonnières, pour définir une cinétique de croissance. L'incidence économique de la fertilisation est abordée sous l'aspect des exportations, du coefficient apparent d'utilisation et de la dilution de l'azote dans la matière sèche. **Mots clés :** *Panicum maximum* - Intensification fourragère - Croissance - Fertilisation azotée - Variation saisonnière - Culture irriguée - Culture maraîchère - Rotation des cultures - Sénégal.

INTRODUCTION

Depuis plus de 10 ans, des recherches sont menées sur la graminée tropicale *Panicum maximum* par le service des cultures fourragères de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). En 1977, l'introduction de matériel génétique à partir de Côte-d'Ivoire portait essentiellement sur le clone ORSTOM K187b.

D'abord utilisé pour l'affouragement des vaches laitières, le *Panicum maximum* cv K187b fut ensuite étudié pour la réalisation de courbes de croissance au cours des différentes saisons climatiques du Sénégal (11). Ces courbes ainsi que l'analyse bromatologique devaient permettre de définir la fumure optimale et le rythme d'exploitation pour ce clone.

En 1983, les clones ORSTOM T58 et C1 étaient introduits en même temps qu'une collection de 80 variétés de *Panicum maximum*. Le T58 (tétraploïde apomictique, $2n = 32$) avait été récolté en Tanzanie, en 1969, et le C1 était un hybride spontané avec le clone T21 (tétraploïde apomictique, $2n = 32$). Le mode de reproduction des *Panicum maximum* issus des populations naturelles est l'apomixie facultative, qui

permet de conserver le génotype de la plante mère chez 97 p. 100 des descendants avec 3 p. 100 de hors types (9). Des hybridations sont possibles entre tétraploïdes sexués et tétraploïdes apomictiques (13).

En Côte-d'Ivoire et dans de nombreux pays (Brésil, Venezuela, Colombie, Australie...), *Panicum maximum* se prête très bien à une exploitation intensive avec irrigation et fertilisation (8).

Au Sénégal, son exploitation intensive semblait possible, mais il fallait réaliser un bilan prévisionnel de la production annuelle et établir les caractéristiques d'une gestion optimale de cette graminée dans les conditions requises par l'environnement socio-économique. Les trois cultivars K187b, T58 et C1 furent testés sur des sols de Niayes (zone privilégiée pour l'intensification fourragère) dont la texture est argilo-sableuse et le pH compris entre 5,3 et 6,5. Cette zone de cultures étant le domaine du maraîchage, il était indispensable que les recherches soient orientées vers l'association maraîchage-élevage. Des rotations *Panicum maximum*-cultures maraîchères furent expérimentées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les essais ont été réalisés sous irrigation par aspersion, calculée en fonction des composantes climatiques définies par BOYER et GROUZIS (2) et de l'ETP estimée par la méthode dite du bac corrigé (3). L'irrigation était de 4 mm par jour d'août à mars et de 5 mm par jour d'avril à juillet. Les trois saisons, saison sèche froide, saison sèche chaude et saison des pluies, furent étudiées.

Après une coupe de régularisation à 12 cm, une fertilisation de fond, non limitante en phosphore et potassium, fut apportée aux doses respectives de 75 et 150 unités par hectare. L'azote était appliqué selon 3 niveaux : 0-75-150 unités par hectare sur des parcelles de 11,2 m² avec 6 répétitions pour *Panicum maximum* K187b, et 25-50-75 pour les cultivars T58 et C1.

Pour les rotations avec les cultures maraîchères, une fertilisation 40-40-80 était appliquée après chaque

1. ISRA-LNERV, Service cultures fourragères.

* Adresse actuelle : IEMVT-CIRAD, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Reçu le 27.11.89, accepté le 22.12.89.

coupe sur des parcelles de 10,5 m² avec 7 répétitions. L'application d'un nématicide (dichloropropène) a servi de témoin.

Les analyses bromatologiques sont effectuées sur des échantillons de matériel végétal séchés à l'étuve à 60 °C pendant 48 heures. Les teneurs en azote sont déterminées par la méthode de Kjeldahl.

Les essais de digestibilité ont été menés sur plusieurs années avec des temps de repousse du *Panicum maximum* cv K187b variant entre 25 et 75 jours. Les mesures furent faites sur des lots de 4 à 6 bœliers entiers, de race peul-peul, d'un poids moyen de 33 kg, alimentés à volonté avec un fourrage fauché chaque matin, conservé à l'air libre et distribué en deux repas (10).

RÉSULTATS

Croissance du *Panicum maximum*

L'apport d'azote a toujours un effet très significatif sur la croissance, quel que soit le niveau de la fumure et quelle que soit la saison (Fig. 1).

En période sèche froide, c'est-à-dire de novembre à mars, la croissance de *Panicum maximum* est faible et même insignifiante si aucune fertilisation azotée n'est apportée. Cependant, au-delà de 50 jours de repousse, la production journalière de matière sèche diminue quel que soit le niveau de fumure azotée adopté. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus sur une autre graminée fourragère tropicale : *Brachiaria mutica* (5).

En saison sèche chaude, d'avril à juillet, la réponse aux températures minimales plus élevées se traduit par un départ en croissance plus rapide et une productivité plus importante. La production journalière de matière sèche est, pendant cette saison, d'environ 75, 150 et 200 kg/ha pour des niveaux de fumure azotée respectifs de 0, 75 et 150 unités à l'hectare. La différence de production entre N75 et N150 n'est significative qu'au-delà de 50 jours de repousse : c'est-à-dire pour une production de matière sèche supérieure à 7,5 t/ha.

En saison des pluies, de juillet à octobre, la croissance journalière n'est pas aussi régulière qu'en saison sèche froide ou sèche chaude. Elle oscille entre 27 et 65 kg de matière sèche par hectare pour le témoin, 51 et 101 kg pour le traitement N75, 85 et 154 kg pour le niveau N150 (Fig. 2). On assiste à une « flambée » de croissance dans les 20 premiers jours, quel que soit le niveau de fumure azotée. Ceci ne signifie pas que l'intervalle entre chaque coupe doit être de 20 jours, mais qu'après cette forte poussée de croissance la

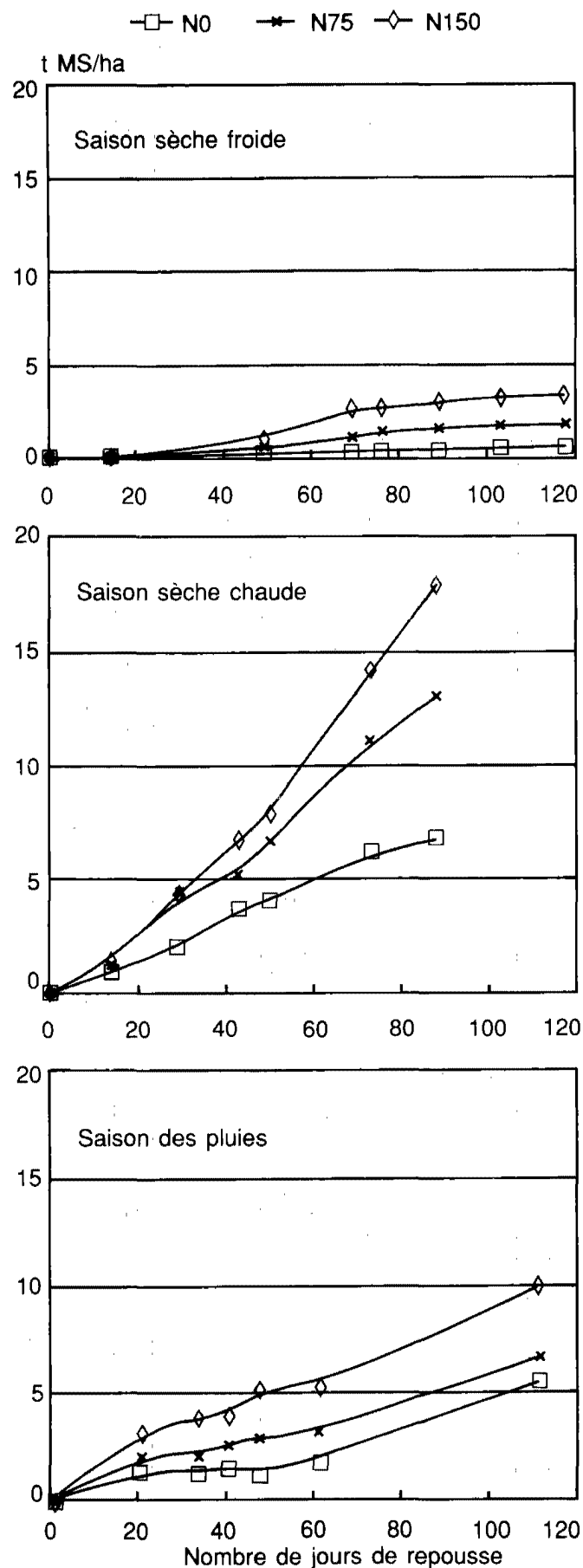


Fig. 1 : Courbes de croissance du *Panicum maximum* cv K187b au cours des trois saisons annuelles.

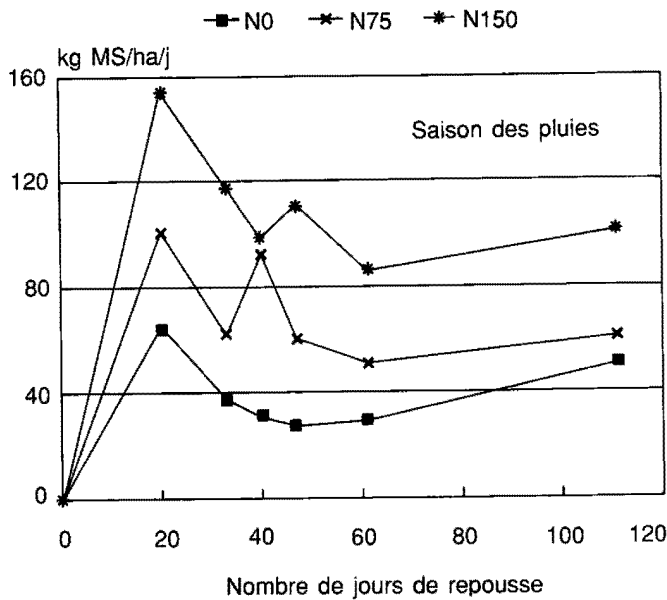


Fig. 2 : Production journalière de matière sèche du *Panicum maximum* cv K187b en saison des pluies pour trois niveaux de fertilisation (0, 75 et 150).

production de matière sèche journalière évoluera autour de 40 kg sans fertilisation, 80 kg pour N75 et 110 kg pour N150. L'apport d'une fumure azotée permet une « flambée » de croissance plus importante qui se répercute à terme sur la croissance journalière.

Il existe une corrélation linéaire hautement significative en saison sèche chaude, entre la somme des températures minimales et le rendement (Fig. 3). La pente des droites de régression linéaire obtenue étant plus élevée en saison sèche chaude qu'en saison des pluies, on peut penser que d'autres facteurs limitants interviennent sur la production du *Panicum* au cours de la saison des pluies (7).

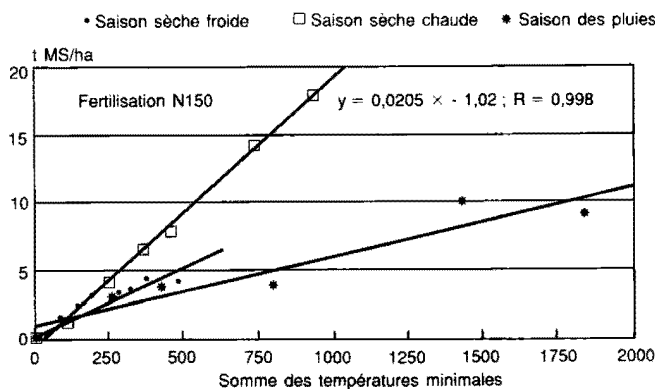


Fig. 3 : Corrélation entre la production de matière sèche du *Panicum maximum* cv K187b et la somme des températures minimales journalières.

Exportations d'azote

Compte tenu des résultats obtenus pour les différentes productions saisonnières, il était nécessaire d'étudier les quantités d'azote exportées par hectare pendant les saisons sèches (Fig. 4).

Sans fertilisation, l'exportation d'azote est très faible en saison sèche froide (7 kg/ha), alors qu'elle atteint plus de 60 kg/ha en saison sèche chaude. Il est probable que l'élévation des températures minimales accentue les processus de minéralisation (1). Il est aussi possible que les températures basses de saison sèche froide limitent l'absorption racinaire de l'azote.

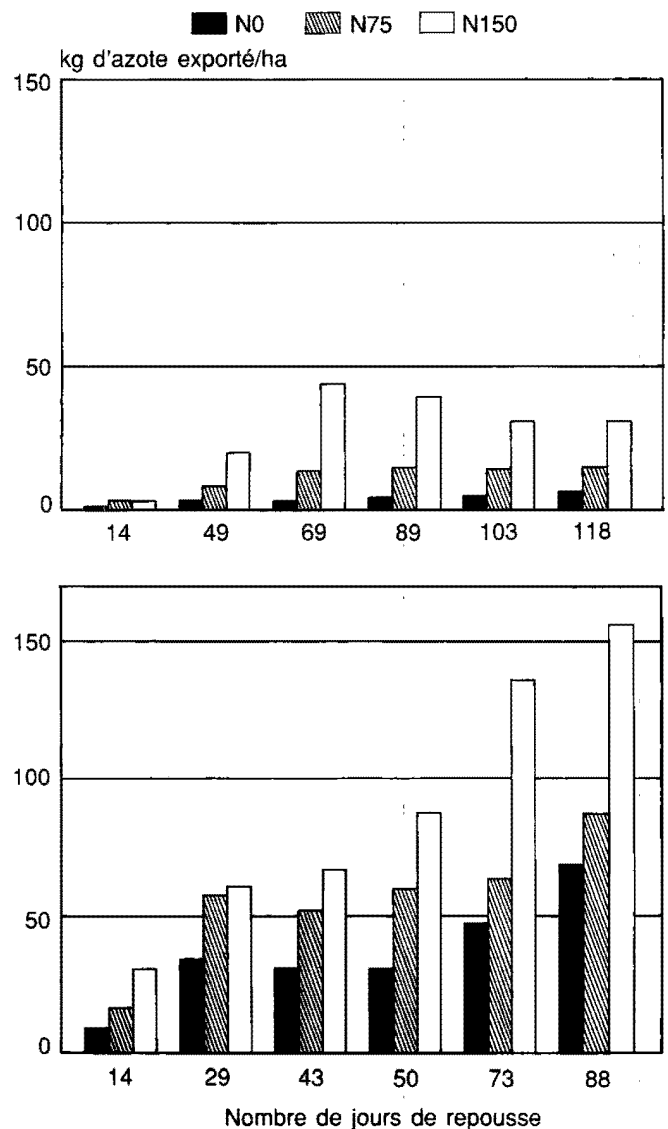


Fig. 4 : Exportations d'azote dans la production de matière sèche produite à l'hectare par *Panicum maximum* cv K187b en saison sèche froide et saison sèche chaude, pour trois niveaux de fertilisation (0, 75 et 150).

En effet, le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais azoté (Fig. 5), qui traduit l'incidence économique de la fertilisation, est très faible en saison sèche froide (10 à 25 p. 100) alors qu'il dépasse 40 à 50 p. 100 en saison sèche chaude.

Une autre confirmation de l'effet du régime thermique sur l'absorption racinaire de l'azote est donnée par la figure 6, où la dilution de l'azote dans la matière sèche est beaucoup plus rapide en saison froide qu'en saison chaude.

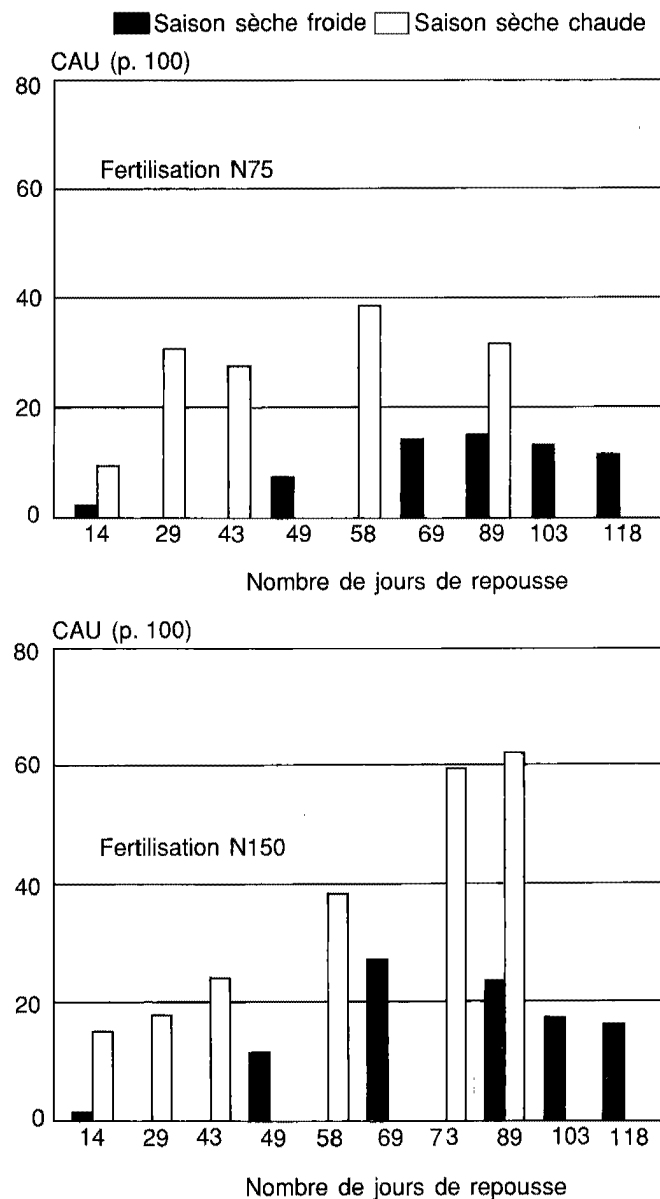


Fig. 5 : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais azoté par *Panicum maximum* cv K187b en saison sèche froide et saison sèche chaude, pour deux niveaux de fertilisation (75 et 150).

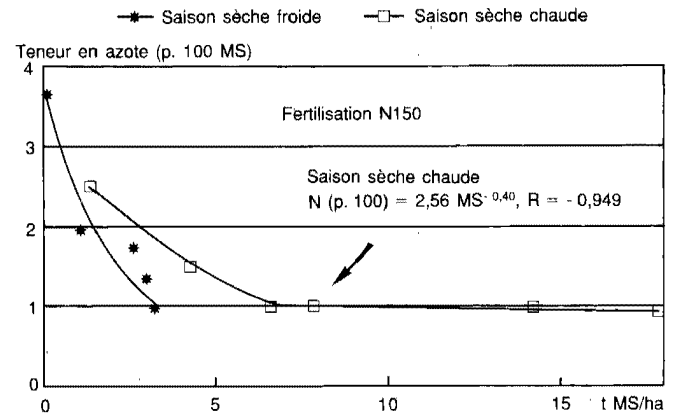


Fig. 6 : Dilution de l'azote dans la matière sèche aérienne du *Panicum maximum* cv K187b.

Les régressions entre la teneur en azote (exprimée en p. 100 de la MS) et la productivité (tonnes de MS/ha) sont du type exponentiel et correspondent à la loi de dilution de l'azote dans la matière sèche, décrite par SALETTE et LEMAIRE (12).

Saison sèche froide

N0 : $N = 0,76 \text{ MS}^{-0,35}$, $R = - 0,97$, $n = 6$

N75 : $N = 1,23 \text{ MS}^{-0,41}$, $R = - 0,97$, $n = 6$

N150 : $N = 1,78 \text{ MS}^{-0,31}$, $R = - 0,89$, $n = 6$

Saison sèche chaude

N0 : $N = 1,38 \text{ MS}^{-0,25}$, $R = - 0,63$, $n = 6$

N75 : $N = 1,84 \text{ MS}^{-0,38}$, $R = - 0,89$, $n = 6$

N150 : $N = 2,56 \text{ MS}^{-0,40}$, $R = - 0,96$, $n = 6$

Saison des pluies

N0 : $N = 1,058 \text{ MS}^{-0,45}$, $R = - 0,60$, $n = 5$

N75 : $N = 1,84 \text{ MS}^{-0,74}$, $R = - 0,71$, $n = 5$

N150 : $N = 2,56 \text{ MS}^{-0,27}$, $R = - 0,97$, $n = 5$

Les résultats de saison des pluies sont difficiles à interpréter, mais on a pu constater que l'utilisation de l'azote était meilleure chez *Brachiaria mutica* (5). Il est possible que la morphologie de la plante intervienne : l'une ayant un port cespiteux, alors que l'autre est stolonifère.

Supériorité d'un cultivar

Pour un même niveau de fumure azotée, le rendement annuel des cultivars K187b, T58 et C1 est identique (Fig. 7) : 40 t MS/ha pour le niveau N25 et 50 t MS/ha pour le niveau 150.

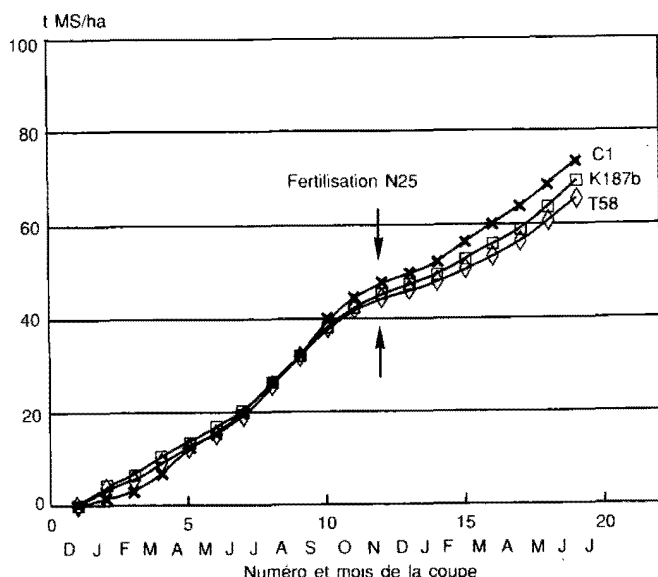


Fig. 7 : Production cumulée de matière sèche chez les clones K187b, T58 et C1 de *Panicum maximum*.

La teneur en matière sèche est significativement plus élevée chez le cultivar C1, 24,9 p. 100 au lieu de 21,7 p. 100 pour K187b et T58.

Du point de vue de son ingestibilité, le clone K187b est en moyenne inférieur, 55 g/kg $p^{0,75}$ (4), au clone C1, 66 g/kg $p^{0,75}$ (6). On ne dispose pas encore de résultats pour le clone T58.

La digestibilité de la matière organique varie peu d'un cultivar à l'autre, les variations étant plutôt saisonnières, 47 à 69 p. 100 pour des repousses de 21 à 63 jours (10).

La production semencière est la même chez les clones K187b et T58 (350 kg/ha). Quel que soit le cultivar, la date optimale de coupe se situe autour du 30e jour de repousse en saison chaude et du 40e jour en saison froide.

Pour ces trois clones, on ne peut pas vraiment définir une supériorité. Il convient plus d'envisager les avantages de chaque cultivar en fonction de son utilisation. Dans une optique de fénaison, par exemple, on aura tout intérêt à choisir le cultivar C1 dont le taux de matière sèche (25 p. 100) est plus élevé que celui du cultivar K187b (22 p. 100) ou du cultivar T58 (21 p. 100). Comparés aux autres cultivars, la plus forte teneur en matière sèche et le meilleur rapport feuille/tige du clone C1 permettent de compenser les variations de la production journalière de biomasse en saison des pluies.

L'association maraîchage-élevage

Des essais de rotations culturales (tomate-*Panicum maximum* cv T58 et tomate-*Panicum maximum* cv C1) ont mis en évidence l'effet nématocide du *Panicum* sur les nématodes *Meloidogynes* (6). Les profils racinaires du *P. maximum* ont montré pour des écartements 30 x 30 cm, 6 mois après semis, une densité de racines d'environ 98 p. 100 à 10 cm de profondeur et de 34 p. 100 à 50 cm de profondeur, en irrigué. Bien que la densité des racines diminue à partir de cette profondeur, jusqu'à être nulle à 1 mètre, le système racinaire est suffisamment dense pour empêcher l'implantation d'éventuelles plantes hôtes pour les *Meloidogynes*. L'emploi du *P. maximum* dans une rotation maraîchère permet ainsi une éradication totale des *Meloidogynes* en 18 mois.

L'augmentation de la quantité de matière organique dans le sol dure 18 mois et on observe ensuite une succession de pertes ou d'accroissements brutaux (14). En Côte-d'Ivoire, le stock de matière organique totale, pour une profondeur de 25 cm, a été augmenté de 5,5 t/ha en trois ans et sans fertilisation.

En rotation avec les cultures maraîchères, le *Panicum* peut être installé de mai (année 1) à novembre (année 2), de telle sorte qu'une seule saison de maraîchage (saison froide) soit occupée par la rotation.

La production de foin par les maraîchers constituera une réserve fourragère pour les éleveurs de moutons de cases.

CONCLUSION

L'intensification fourragère au Sénégal est réalisable dans le cadre d'une association avec le maraîchage où l'irrigation est pratique courante. Les capacités de production fourragère du *Panicum maximum* diminuant dès la deuxième année, une exploitation sur 18 mois offrira les meilleures garanties pour optimiser la rotation :

- éradication des nématodes ;
- accroissement de la matière organique dans le sol.

Le maximum de production journalière de matière sèche se situera de mai à novembre.

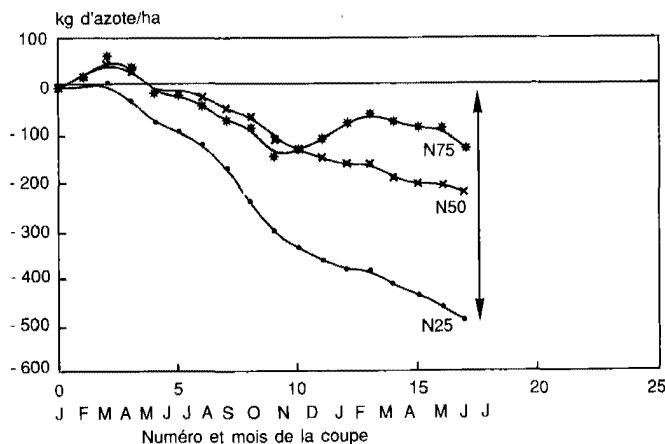


Fig. 8 : Bilan azoté (somme des apports azotés - somme des exportations par la plante) des apports d'engrais chez *Panicum maximum* cv C1.

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Interest of forage intensification with *Panicum maximum* in Senegal. I. Association of vegetable cropping and livestock husbandry. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 281-287.

Forage intensification in Senegal is suggested using *Panicum maximum* in rotation with vegetable crops, in order to eradicate nematodes, to increase the organic matter of the soil and to get hay for urban sheep farming. For determining growth kinetics, the intensive utilisation of *Panicum maximum* was studied in relation to seasonal climatic variations. The economic effect of nitrogen fertilization was studied in terms of export and apparent utilisation of nitrogen and its dilution in the dry matter. **Key words** : *Panicum maximum* - Forage intensification - Growth - Nitrogen fertilization - Seasonal variations - Irrigated crops - Vegetable farming - Rotation - Senegal.

Dans l'association maraîchage-élevage, le cultivar C1 semble être le plus approprié à une production de foin destinée essentiellement aux moutons. Il se distingue par une teneur en matière sèche plus élevée et par un système foliaire plus fin, donc mieux exploitable en fenaïson.

La fertilisation azotée au niveau N75 entraîne une augmentation de l'exportation d'azote sans augmentation importante de la production de biomasse aérienne par rapport au traitement N50.

Cependant, le bilan azoté (Fig. 8) met en évidence un déficit important de l'apport d'azote au niveau N25 par rapport aux exportations, de telle sorte que ce niveau de fertilisation entraînerait un épuisement du sol à long terme.

Le déficit étant moindre pour N50, on peut penser que ce niveau convient le mieux.

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). El interés de *Panicum maximum* para la intensificación forrajera en Senegal. I. Asociación leguminosas-crianza. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 281-287.

Se plantea la intensificación forrajera en Senegal, en asociación con las leguminosas, de manera que la gramínea tropical *Panicum maximum* permite la erradicación de nemátodos, el crecimiento de materia orgánica en los suelos y la constitución de reservas forrajeras para los criadores urbanos de ovinos. Se estudia la explotación intensiva de *Panicum maximum* en función de las variaciones climáticas estacionales, con el fin de definir la cinética de crecimiento. Se aborda la incidencia económica de la fertilización, desde el punto de vista de las exportaciones, del coeficiente aparente de utilización y de la dilución de nitrógeno en la materia seca. **Palabras claves** : *Panicum maximum* - Intensificación forrajera - Crecimiento - Fertilización nitrogenada - Variación estacional - Cultivo irrigado - Leguminosa - Rotación - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. BERNHARD-REVERSAT (F.). Note sur l'influence du régime thermique et hydrique sur l'ammonification et la nitrification dans un sol de savane sahélienne. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 1980, 18 (2) : 147-152.
2. BOYER (J.), GROUZIS (M.). Études écophysologiques de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I. Influence de certains facteurs du milieu sur le comportement hydrique et la croissance. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1977, 12 (4) : 249-267.
3. BOYER (J.), ROBERGE (G.). Étude écophysologique de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I. Influence des conditions matérielles d'exploitation sur les valeurs en matière sèche de la production sur pied et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, 38 (4) : 320-338.
4. FRIOT (D.). Étude de la valeur alimentaire de trois cultures fourragères. Premiers résultats. Dakar, ISRA-LNERV, 1985 (n° 38).
5. MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Effet des facteurs température et nutrition azotée sur la croissance des graminées fourragères tropicales. I. Variation saisonnière de la croissance d'une graminée tropicale, *Brachiaria mutica*, au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 119-124.

6. MANDRET (G.), ROBERGE (G.), OURRY (A.). Le *Panicum maximum* dans l'association maraîchage-élevage au Sénégal. XVIe Congrès international des herbages, Nice, 4-11 oct. 1989. Versailles, INRA, 1989. Vol. II, p. 1235-1236.
7. OURRY (A.). Synthèse des recherches effectuées de 1980 à 1989 par le service des cultures fourragères sur *Panicum maximum*. Dakar, ISRA-LNERV, 1989.
8. PERNES (J.), RENÉ (J.), RENÉ-CHAUME (R.), LETENNEUR (L.), ROBERGE (G.), MESSENGER (J.L.). *Panicum maximum* (Jacq.) et l'intensification fourragère en Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1975, **28** (2) : 239-264.
9. PERNES (J.), RENÉ-CHAUME (R.), RENÉ (J.), SAVIDAN (Y.). Schéma d'amélioration génétique des complexes agamiques du type *Panicum*. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1975, **10** (2) : 67-75.
10. RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.). Paramètres de prévision de la valeur alimentaire de quatre graminées tropicales cultivées. In : Actes du Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, N'Gaoundéré, Cameroun, 16-20 novembre 1987. Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. P. 745-776 (Études et synthèses de l'IEMVT n° 30).
11. ROBERGE (G.). Rapport annuel 1983 sur les cultures fourragères. Dakar, ISRA-LNERV, 1984 (n° 18).
12. SALETTE (J.), LEMAIRE (G.). Sur la variation de la teneur en azote de graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution. *C.r. Acad. Sci., Paris*, 1981, **292** : 875-878.
13. SAVIDAN (Y.). Hérité de l'apomixie. Contribution à l'étude de l'hérité de l'apomixie sur *Panicum maximum* Jacq. (analyse des sacs embryonnaires). *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1975, **10** (2) : 91-95.
14. TALINEAU (J.C.), HAINNAUX (G.). Programme d'étude des interactions sol-plantes fourragères en milieu tropical humide. Premiers résultats. Adiopodoumé, ORSTOM, 1974.